



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 37 577 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 01 P 21/00**  
G 01 P 15/08

⑳ Aktenzeichen: 195 37 577.7  
㉔ Anmeldetag: 9. 10. 95  
㉕ Offenlegungstag: 11. 4. 96

DE 195 37 577 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
07.10.94 KR 94-25687

㉑ Anmelder:  
Hyundai Motor Co. Ltd., Seoul/Soul, KR; Korea  
Advanced Institute of Science and Technology,  
Taejon, KR

㉒ Vertreter:  
Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

㉓ Erfinder:  
Cho, Young-Ho, Taejon, KR; Kwak, Byung Man,  
Taejon, KR; Lee, Kwyro, Taejon, KR; Park,  
Kwanhum, Ulsan, KR

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑥4 Symmetrisches Prüfmassen-Beschleunigungsmeßgerät mit Eigendiagnosefähigkeit und sein  
Herstellungsverfahren

⑥7 Symmetrisches Prüfmassen-Beschleunigungsmeßgerät  
mit Eigendiagnosefähigkeit und sein Herstellungsverfahren,  
insbesondere Beschleunigungsmeßgerät mit einer symme-  
trischen Massenverteilung in bezug auf die Ebene des  
Kragbalkens mit einem Versatz zwischen dem oberen und  
dem unteren Masseteil, so daß es nicht nur die Empfindlich-  
keit in der Querachse reduziert, sondern auch den Einbau  
des Eigendiagnose-Widerstands erleichtert. Die Erfindung  
kann in Automobilelektroniksystemen angewandt werden,  
sowie in der Verbraucherelektronik und in industriellen  
elektrischen Meßsystemen, in welchen die Messungen der  
Verlagerung, der Geschwindigkeit, der Schwingung, der  
Beschleunigung, der Winkelbeschleunigung und deren Ver-  
änderungen erforderlich sind.

DE 195 37 577 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 96 602 015/605

9/28

Die Erfindung bezieht sich auf ein symmetrisches Prüfmassen-Beschleunigungsmeßgerät mit Eigendiagnosefähigkeit und sein Herstellungsverfahren, insbesondere ein Beschleunigungsmeßgerät, welches geschaffen wurde, um eine symmetrische Massenverteilung in bezug auf die Ebene des Kragbalkens mit einem Ausgleich zwischen dem oberen und dem unteren Maseteil zu haben, so daß es nicht nur die Empfindlichkeit in der Querachse reduziert, sondern auch den Einbau des Eigendiagnose-Widerstands erleichtert. Die Erfindung kann in Automobilelektroniksystemen angewandt werden, sowie in der Verbraucherelektronik und in industriellen elektrischen Meßsystemen, in welchen Messungen der Verlagerung, der Geschwindigkeit, der Schwingung, der Beschleunigung, der Winkelbeschleunigung und deren Veränderungen erforderlich sind.

Konventionelle Beschleunigungsmeßgeräte mit Eigendiagnosefähigkeit und ihre Herstellungsverfahren können in zwei Typen eingeteilt werden. Fig. 1(A) zeigt ein asymmetrisches Prüfmassen-Beschleunigungsmeßgerät, in welchem ein Eigendiagnose-Widerstand oder Leiter an der hochbeanspruchten Fläche zur Erfassung des Bruchs des Kragbalkens eingebaut ist.

Der andere Typ des angeschlossenen Beschleunigungsmeßgerätes ist ein symmetrisches Prüfmassen-Beschleunigungsmeßgerät, wie in Fig. 1(B) gezeigt. In diesem Fall muß der Eigendiagnose-Widerstand oder Leiter aus der Stellung der Masse und des Trägers ausgehend werden.

Diese konventionellen Beschleunigungsmeßgeräte und ihre Herstellungsverfahren weisen wie folgt Probleme auf:

Das asymmetrische Beschleunigungsmeßgerät in Fig. 1(A), weist das Problem der relativen Empfindlichkeit in der Querachse im Vergleich zu der des symmetrischen Beschleunigungsmeßgerätes auf, weil die Beschleunigung in unbeabsichtigter Richtung einen Schaden an dem Kragbalken verursachen könnte. Auf der anderen Seite weist das symmetrische Beschleunigungsmeßgerät, in Fig. 1(B) gezeigt, das Problem der Schwierigkeit im Einbau des Eigendiagnose-Widerstands oder Leiters an den Enden (9a, 9b) des Kragbalkens auf, welche den schwächsten Bereich des Beschleunigungsmeßgerätes bilden, weil die Fläche, die durch den Kragbalken, die Masse und die Träger gebildet wird, nicht in derselben Ebene liegt.

Das gemeinsame Problem der Beschleunigungsmeßgeräte in Fig. 1(A) und 1(B) ist, daß die plötzliche Änderung der Dicke an jedem Ende des Kragbalkens eine Spannungskonzentration erzeugt. Hierbei kann es zum Bruch während des Herstellungsvorganges oder bei der Benutzung kommen.

Die konventionellen Verfahren zur Steuerung der Dicke des Kragbalkens in Beschleunigungsmeßgeräten in Fig. 1(A) und (B), so wie die zeitgesteuerte Ätzung, dem p-n Übergang und p+ Ätz-Ende, weisen Probleme infolge der Verfahrensinstabilität, der Komplexität im Verfahren, der Schwierigkeit in der Dicke-Steuerung und infolge der Begrenzung in der Materialauswahl auf.

Durch das erfindungsgemäße Beschleunigungsmeßgerät werden die Probleme bei den konventionellen Techniken, die oben erläutert sind, vermieden. Das erfindungsgemäße Beschleunigungsmeßgerät hat zwei Prüfmassenteile mit identischer Masse mit unterschiedlichen relativen Lagen oberhalb und unterhalb des Kragbalkens, so daß beides, die Anpassung des Eigen-

diagnoseelements und die Reduzierung der Empfindlichkeit in der Querachse, möglich sein kann. Außerdem wurde der Profildicke-Steuervorgang durch das Verfahren, das die Ätzdicke-Differenz benutzt, vereinfacht, und die Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit können durch den Übergangsrundungs-Bildungsvorgang erhöht werden. Der Übergangsrundungs-Vorgang bildet eine Krümmung an jedem Ende des Kragbalkens (der schwächste Bereich), um so dem Bruch während oder nach der Herstellung vorzubeugen.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsformen beschrieben, die aus der Zeichnung wenigstens schematisch ersichtlich sind.

Fig. 1(A) ist eine Querschnitts-Ansicht eines konventionellen Beschleunigungsmeßgerätes mit einer asymmetrischen Masse.

Fig. 1(B) ist eine Querschnitts-Ansicht eines konventionellen Beschleunigungsmeßgerätes mit einer symmetrischen Masse.

Fig. 1(C) ist eine Querschnitts-Ansicht eines Beschleunigungsmeßgerätes mit einer schrägsymmetrischen Masse gemäß der Erfindung.

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht eines Beispiels des schräg-symmetrischen Beschleunigungsmeßgerätes in Fig. 1(C), das als ein piezoresistives Kragbalken-Beschleunigungsmeßgerät ausgeführt ist.

Fig. 3 ist eine Querschnitts-Ansicht entlang A-A des Beschleunigungsmeßgerätes in Fig. 2, an welchem obere und untere Platten angebracht sind.

Fig. 4 erläutert ein grundlegendes Herstellungsverfahren, das auf das Beschleunigungsmeßgerät in Fig. 2 bezogen ist.

Fig. 5 ist ein weiteres Beispiel des schrägsymmetrischen Beschleunigungsmeßgerätes, das als ein Beschleunigungsmeßgerät mit doppelt abgestütztem Kragbalken ausgeführt ist, wobei (A) die Draufsicht zeigt und (B) die Längsschnitts-Ansicht zeigt.

Ein Ziel der Erfindung ist es, eine symmetrische Prüfmassenverteilung und ihr Herstellungsverfahren für ein Beschleunigungsmeßgerät vorzusehen, so daß es leicht das Eigendiagnoseelement auf der ebenen Fläche an jedem Ende des Kragbalkens aufnehmen kann.

Das Beschleunigungsmeßgerät nach der Erfindung ist insbesondere gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale: das Beschleunigungsmeßgerät enthält einen Kragbalken (2), Prüfmassen (1a, 1b), ein Eigendiagnoseelement (5), das den Bruch des Kragbalkens (2) erfassen kann, und obere und untere Abstützabschnitte (13), und ist aus einem einzigen Stück ausgebildet. Ferner hat das Beschleunigungsmeßgerät Klebenuten (12a, 12b) auf den oberen und unteren Verbindungsflächen (13a, 13b) des Trägers (11), an welchem die oberen und unteren Tragplatten (10a, 10b) angebracht sind; Dämpfungsspalte (3a, 3b) zwischen den Prüfmassen (1a, 1b) und den Tragplatten (10a, 10b); Übergangsrundungen an jedem Ende (9a, 9b) des Kragbalkens.

Das Beschleunigungsmeßgerät nach der Erfindung kann durch die folgenden einheitlichen Verfahrensschritte hergestellt werden, die aus dem gleichzeitigen Ätzvorgang der Dämpfungsabschnitte (15a, 15b), der Klebenuten (12a, 12b) und der Kragbalkendicke-Steuerstufen (14a, 14b) in Fig. 4 (B) zusammengesetzt sind. Das Herstellungsverfahren umfaßt gleichfalls den Ätztiefen-Steuervorgang zur Bildung der Dämpfungssteuerspalte (3a, 3b) in Fig. 3; den Kragbalkendicke-Steuervorgang durch Mehrstufen-Ätzen in Fig. 4(D) und (E) nach dem ersten Ätzen der Nuten (16a, 16b) in Fig. 4(C); den Übergangsrundungs-Bildungsvorgang, der die erste

Ätzstufe in Fig. 4(D) und die zweite Ätzstufe 4(E) benutzt; den Bildungsvorgang der ebenen Flächen für den Raum zur Anbringung des Eigendiagnoseelementes durch Ätzen der oberen (1a) und unteren Prüfmasse (1b) in Fig. 4(E) mit einer horizontalen Versetzung; den gleichzeitigen Anpassungsvorgang des Piezowiderstandes und des Eigendiagnosewiderstandes in Fig. 4 (F); den Metallisierungsvorgang zur Verbindung des Piezowiderstandes und des Eigendiagnosewiderstandes; die Bildung von Elektroden (6, 7) und der leitfähigen Strecke (23) in Fig. 4 (G); den Kragbalkenbruchschutz- und -beseitigungs-Bildungsvorgang durch die Schritte in Fig. 4(E), (F) und (G) zum Schutz vor dem Bruch des Kragbalkens während der Herstellungsstufen; und schließlich den Verbindungsvorgang, der die oberen und unteren Tragplatten (10a, 10b) mit dem Träger (11) mit Kleber verbindet, der in die Klebnuten (12a, 12b) eingebracht wird.

Zuerst werden in Fig. 1(C) die obere und die untere Prüfmasse (1a, 1b) symmetrisch in bezug auf die Mittelebene des Kragbalkens angeordnet, jedoch mit einem gegenseitigen Versatz in ihrer horizontalen Lage, so daß zur Minimierung der Empfindlichkeit in der Querachse sowie zur Schaffung von ebenen Flächen an der schwächsten Stelle, den Enden (9a, 9b) des Beschleunigungsmeßgerätes, an welchen der Eigendiagnoseleiter oder Widerstand leicht aufgebracht werden kann, die Mitte der gesamten Prüfmasse in der Mittelebene des Kragbalkens liegt. Außerdem werden die Rundungen an den beiden Enden (9a, 9b) des Kragbalkens gebildet, so daß sie einem Kragbalkenbruch vorbeugen, der durch Spannungskonzentration verursacht wird.

Ein Beispiel eines Beschleunigungsmeßgerätes, das die oben genannte schräg-symmetrische Gestaltung aufweist, ist in den Fig. 2 und 3 gezeigt.

Die ausführliche Beschreibung des Wirkungsprinzips der Erfindung ist wie folgt:

Wie in Fig. 3 gezeigt, kann für die absolute Verlagerung,  $z_a$ , der äußeren Trägereile (10a, 10b, 11, 13a, 13b) und die absolute Verlagerung,  $z_o$ , der Prüfmassen (1a, 1b) die relative Verlagerung zwischen der Masse und dem Träger als  $z = z_o - z_a$  dargestellt werden.

Der Kragbalken (2) in Fig. 3 wirkt wie eine Feder, wo die Massen (1a, 1b) und das Fluid in den Spalten (3a, 3b) zwischen der Masse und den Tragplatten (10a, 10b) wie eine Prüfmasse beziehungsweise Dämpfer wirken. Für die Federkonstante,  $K$ , des Kragbalkens (2), die Gesamtmasse,  $M$ , der Prüfmassen und die Dämpfungskonstante des Dämpfers,  $C$ , kann die Berechnungsformel für die Bewegung des Beschleunigungsmeßgerätes wie folgt geschrieben werden:

$$M\ddot{z} + C(\dot{z}_o + \dot{z}_a) + K(z_o - z_a) = 0 \quad (I)$$

Für eine sinusförmige Eingabe,  $z_a = Z_a e^{i\omega t}$ , kann die relative Verlagerung  $z = z_o - z_a = Z e^{i(\omega t - \phi)}$  wie folgt erreicht werden, in dem Fall von

$$\frac{\omega}{\omega_n} < 1,$$

$$z = -\frac{1}{\omega_n^2} \ddot{z}_a \quad (II)$$

wobei die Resonanzfrequenz

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}} \quad (III)$$

und das Dämpfungsverhältnis

$$\zeta = \frac{C}{2M\omega_n} \quad (IV)$$

sind.

Damit kann aus der Berechnungsformel (II) ersehen werden, daß die Größe der Beschleunigung  $\ddot{z}_a$  aus der Größe der relativen Verlagerung  $z$ , die der Ausschlag der Masse ist, gemessen werden kann.

Fig. 2 und 3 zeigt ein Beispiel der Verwirklichung des Beschleunigungsmeßgerätes, das auf obigem Grundsatz mit der piezoresistiven Erfassung des Ausschlags  $z$  bei der Beanspruchung an dem Ende des Kragbalkens beruht.

Auf der anderen Seite kann die Art der Beschleunigungsmeßgeräte mit piezoelektrischer oder kapazitiver Erfassung durch Ersetzen des piezoresistiven Materials durch piezoelektrisches Material beziehungsweise durch Einbau von Elektroden an jeder Seite des Dämpfungsspalts verwirklicht werden.

Für diese Arten von Beschleunigungsmeßgeräten kann die vorgegebene Resonanzfrequenz ( $\omega_n$ ) und das Dämpfungsverhältnis ( $\zeta$ ) durch Steuerung der Größe der Massen (1a, 1b), der Kragbalkengröße, der Spalte (3a, 3b) oder der Viskosität und des Drucks des Fluids in den Spalten erreicht werden.

Wie in Fig. 3 gezeigt, wird die Prüfmassenmitte in die Kragbalkenebene B-B gelegt, was auf diese Weise die Massenabweichung ausschließt und die Empfindlichkeit in der Querachse verbessert. Der gegenseitige Versatz zwischen zwei identischen Prüfmassen (1a, 1b) macht es leicht, die Eigendiagnoseelemente oder den Piezowiderstand (5) in das Beschleunigungsmeßgerät einzubauen.

Die Eigendiagnoseelemente oder die Piezowiderstände (5) können ebenfalls benutzt werden, um die folgende Fähigkeit für das Beschleunigungsmeßgerät vorzusehen: die Fähigkeit einer Eigendiagnose zum Erfassen des Gefügebruchs; die Fähigkeit eines Eigentests zum Erfassen der Frequenz oder Empfindlichkeit des Beschleunigungsmeßgerätes; die Fähigkeit einer Eigenkalibrierung zum Ausgleichen der Empfindlichkeit oder der Null-Abweichung unter Benutzung der Gegenelektroden, die an den Prüfmassen (1a, 1b) und den Platten (10a, 10b) angeordnet sind.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel der Herstellungsstufen zum Herstellen des in den Fig. 2 und 3 gezeigten Beschleunigungsmeßgerätes durch Benutzung von Silikon als ein Substratmaterial. Die ausführlichen Beschreibungen sind wie folgt:

- (A) Schutzfilme (22a, 22b) werden als Ätzmasken an beiden Seiten des Silikonsubstrats (21) gebildet.
- (B) Nach dem partiellen Entfernen der Schutzfilme (22a, 22b) werden an den betreffenden Stellen die Klebnuten (12a, 12b), die Kragbalkendicken-Steuerut und die Oberfläche der Elektroden (14a, 14b) und der Dämpfungssteuerspalte geätzt sein. Dann wird das unmaskierte Silikonsubstrat auf die vorgesehene Tiefe der Dämpfungsspalte (3a, 3b) in Fig. 3 geätzt. Die oberen und unteren Grenzflächen (13a,

13b) werden in dieser Stufe vorbereitet.

(C) Nach der Bildung des Schutzfilms wie in (A) werden ausgewählte Flächen (16a, 16b) des Schutzfilms und Silikonsubstrats auf die Tiefe der Hälfte der Dicke des Kragbalkens (2) in Fig. 2 geätzt, um die Nuten (16a, 16b) zur Steuerung der Kragbalkendicke zu bilden.

(D) Nach dem Entfernen ausgewählter Bereiche des Schutzfilms, der in (C) benutzt wurde, werden der Kragbalken (2) und das Bruchschutzprofil (17) ausgebildet. Typischerweise wird das Silikonsubstrat auf eine bestimmte Tiefe, etwa 50–80 µm, zur Bildung der Übergangsrundungen (9a, 9b) in Fig. 3 geätzt. Die Länge der Aussparung am Kragbalken (17) in Fig. 4(D) ist kürzer als die des fertigen Kragbalkens.

(E) Nach dem Entfernen ausgewählter Bereiche des Schutzfilms, der in (D) benutzt wurde, wird das Silikonsubstrat bis zum Ätz-Durchgang (18) und (19) geätzt, die völlig ausgeätzt werden, um eine ebene Fläche für den Widerstand (4), den Leiter (23), die Elektroden (6, 7) in Fig. 2 und die Silikonmembranen (2a, 2b) mit einer dem Kragbalken (2) in Fig. 3 identischen Dicke auszubilden. Die Unterbrechungen des Schutzfilms für die obere und die untere Prüfmasse eine identische Form und eine Fläche mit einem gegenseitigen Versatz aufweisen. Die Länge der Aussparung (2a) ist länger als in (D), so daß sich die endgültige Kragbalkenlänge ergibt. In den Stufen (D) und (E) werden die Übergangsrundung in der gewünschten Form und der Radius der Rundung am Ende des fertigen Kragbalkens durch Steuerung der Ätzlänge und Tiefe der ersten und zweiten Ätzung gebildet.

(F) Piezowiderstände (4) zur Erfassung der Auslenkung des Kragbalkens werden zur selben Zeit an dem in der Zeichnung linken Endabschnitt des Kragbalkens angeordnet. Die Eigendiagnosewiderstände werden zwischen der Übergangszone (8) und der Übergangsrundung (9b) in Fig. 4(E) ebenfalls angeordnet.

(G) Die Elektroden (6a, 6b, 6c, 6d) für die Messung des Widerstandes, der Metalleiter für die Bildung der Piezowiderstandsbrücke (23) und der Elektroden und der Metalleiter für die Eigendiagnose werden gleichzeitig gebildet. Dann werden der Kragbalken (2) und das Bruchschutzprofil (2c) durch Ätzen der ausgewählten Flächen der Silikonmembranen (2a, 2b) in Fig. 4(E) gebildet. Nach dem Entfernen des Bruchschutzprofils (2c) werden die obere und untere Tragplatte mittels des Klebers verbunden, der in den Klebenuten (12a, 12b) enthalten ist. Das Herstellungsverfahren, das in Fig. 4 beschrieben wird, kann auch für die Herstellung von doppelt abgestützten oder mehrfach abgestützten Beschleunigungsmeßgeräten benutzt werden.

Die Vorteile der Erfindung aufgrund deren gestalterischen Merkmale sind wie folgt:

- 1) Es ist möglich, die Empfindlichkeit in der Querachse zu reduzieren, sowie den Einbauvorgang des Leiters oder des Widerstands zum Zweck der Eigendiagnose durch Benutzung der identischen Massen (1a, 1b) an beiden Seiten des Kragbalkens (2), die in ihrer relativen Lage eingestellt sind, zu vereinfachen.
- 2) Auf der Fähigkeit der Eigendiagnose in 1) beru-

hend ist es möglich, die Eigenkalibrierungs- und Eigentest-Fähigkeit zu erfüllen.

3) Es ist möglich, den Bruch des Kragbalkens während der Herstellung oder bei Benutzung des Beschleunigungsmeßgerätes mittels der Übergangsrundungen, die an beiden Enden (9a, 9b) des Kragbalkens (2) ausgebildet sind, durch Vermeidung von Spannungskonzentrationen zu verhindern.

4) Die Dämpfung kann leicht durch Einstellen der Spalte (3a, 3b) zwischen den Massen (1a, 1b) und den Tragplatten (10a, 10b) gesteuert werden.

5) Die Klebenuten (12a, 12b) an beiden Seiten des Trägers machen es leicht, das Beschleunigungsmeßgerät an den Tragplatten (10a, 10b) auszurichten und anzubringen.

Die Vorteile der vorgeschlagenen Erfindung infolge ihres einheitlichen Herstellungsverfahrens sind wie folgt:

1) Es ist möglich, die Größe der Dämpfungsspalte (15a, 15b) genau und leicht durch deren Festlegung in einer frühen Herstellungsstufe zu steuern.

2) Es ist möglich, die genaue Kragbalkendicke ohne Messung der Ätzzeit oder -tiefe vor und/oder während des Ätzvorgangs zu erreichen. Das Benutzen der Halbprofil-Ätzung in Fig. 4 (C), des Ätz-Durchgangs (18) und (19) in Fig. 4 (E) gibt die Zeit für den Ätz-Stop an, wodurch sich eine genaue Steuerung der Dicke des Kragbalkens ergibt.

3) Es ist möglich, ein Brechen des Kragbalkens während der Benutzung zu verhindern, indem die Rundungen an dem schwächsten Teil des Beschleunigungsmeßgerätes, das heißt an den Enden (9a, 9b) des Kragbalkens, durch zweistufigen Ätzvorgang ausgebildet werden.

4) Es ist möglich, ein Brechen des Kragbalkens während der Herstellung durch Versetzen des Bruchschutzsteges (2c) zu verhindern, der in der Mitte der Herstellung gebildet wird und nach Beendigung der Herstellung entfernt werden kann.

5) Die Verfahrensschritte werden durch gleichzeitige Bildung der Dämpfungsspalte (15a, 15b) und der Klebenuten (12a, 12b) reduziert.

#### Patentansprüche

1. Symmetrisches Prüfmassen-Beschleunigungsmeßgerät, welches gekennzeichnet ist durch

- (a) Bildung des Kragbalkens, der Prüfmassen, der Dämpfungssteuerspalte zwischen den Massen und den Tragplatten; und der Klebenuten als ein einziger Körper,
- (b) Steuerung seines Dämpfungsniveaus durch Einstellung der Tiefe der Dämpfungssteuerspalte,
- (c) Ausbildung vom einer oberen und einer unteren Masse mit der gleichen Fläche und derselben Masse an beiden Seiten des Kragbalkens,
- (d) Steuerung der relativen Lage zwischen dem Kragbalken und dem Träger und jener zwischen der oberen und der unteren Prüfmasse,
- (e) Bildung einer ebenen Fläche für die Anbringung von Eigendiagnoseelementen, und
- (f) Bildung von Übergangsrundungen an beiden Seiten des Kragbalkens.

2. Symmetrisches Prüfmassen-Beschleunigungs-  
meßgerät nach Anspruch 1, wobei der Kragbalken  
mit einer Eigenkalibrierungs- oder Eigentest-Fä-  
higkeit durch die Eigendiagnoseelemente aus-  
gestattet ist. 5
3. Symmetrisches Prüfmassen-Beschleunigungs-  
meßgerät nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei  
der Kragbalken, an welchem piezoresistives oder  
piezoelektrisches Material angebracht ist, die Be-  
schleunigungsmessung basierend auf dem piezore-  
sistiven oder piezoelektrischen Prinzip durchführt,  
oder wobei ein kapazitives Beschleunigungsmeß-  
gerät mit Gegenelektroden, die an beiden Seiten  
der Dämpfungsspalte angebracht sind, ausgebildet  
ist. 10 15
4. Herstellungsverfahren für ein symmetrisches  
Prüfmassen-Beschleunigungsmeßgerät, gekenn-  
zeichnet durch folgende Verfahrensschritte: gleich-  
zeitiges Ätzen der Dämpfungsspalte, der Klebenu-  
ten und der Kragbalkendicke-Steuerbereiche; Ätz-  
tiefensteuerung zur Bildung der Dämpfungssteuer-  
spalte; Kragbalkendickensteuerung, unter Verwen-  
dung einer Mehrstufen-Ätzung nach der ersten Ät-  
zung von Nuten; Ausbildung von Übergangsrun-  
dungen während der ersten und der zweiten Ät-  
zung; und Ausbildung der ebenen Fläche für den  
Raum zur Anbringung von Eigendiagnoseelemen-  
ten durch Ätzen der oberen und der unteren Prüf-  
masse mit einem horizontalen Versatz längs des  
Kragbalkens; gleichzeitiges Herstellen von piezo-  
resistiven- und Eigendiagnose-Widerständen,  
gleichzeitiges Herstellen von Metalleitern für eine  
Brückenschaltung und Elektroden; gleichzeitiges  
Herstellen von Balken zur Erfassung und von Ste-  
gen für den Schutz gegen Bruch während des Her-  
stellungsvorgangs; Entfernen der Bruchschutzste-  
ge in der letzten Stufe des Herstellungsverfahrens;  
und Verbinden von oberen und unteren Platten mit  
dem Beschleunigungsmeßgerät durch Benutzung  
des Klebers, der in die Klebenuten eingebracht ist. 20 25 30 35 40
5. Herstellungsverfahren für ein symmetrisches  
Prüfmassen-Beschleunigungsmeßgerät nach An-  
spruch 4, bei welchem doppelt abgestützte Meßbal-  
ken an beiden Enden des Beschleunigungsmeßge-  
rätes oder mehrfach abgestützte Meßbalken an  
dem Beschleunigungsmeßgerät ausgebildet wer-  
den. 45

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

50

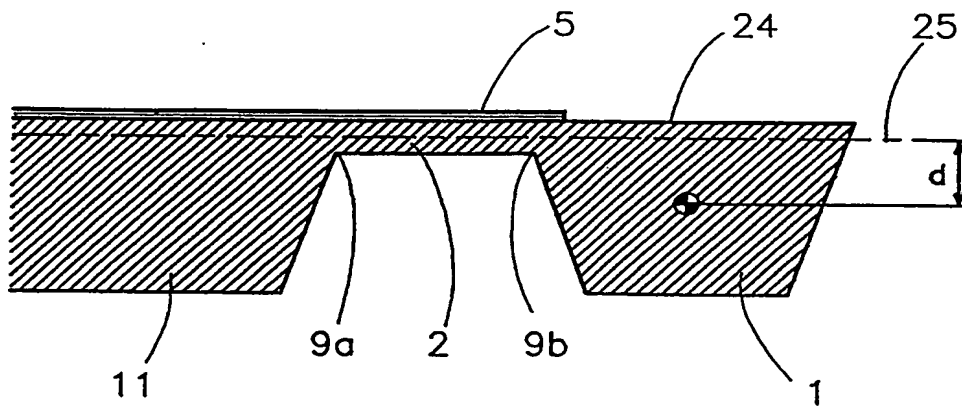
55

60

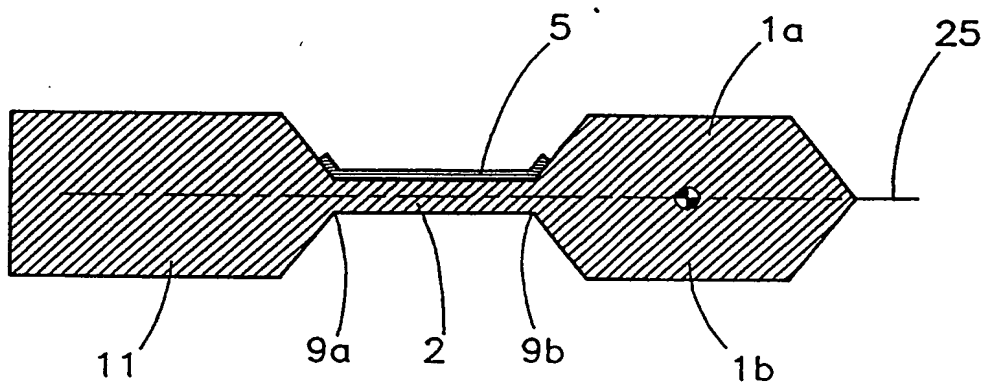
65

FIG. 1

(A)



(B)



(C)

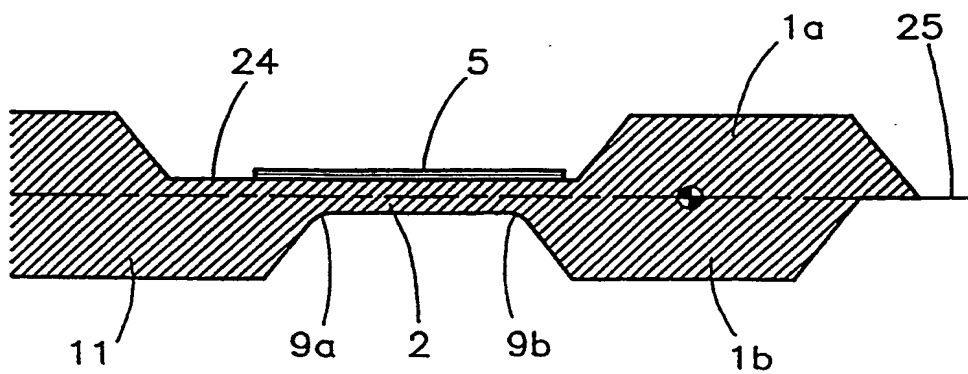


FIG. 2

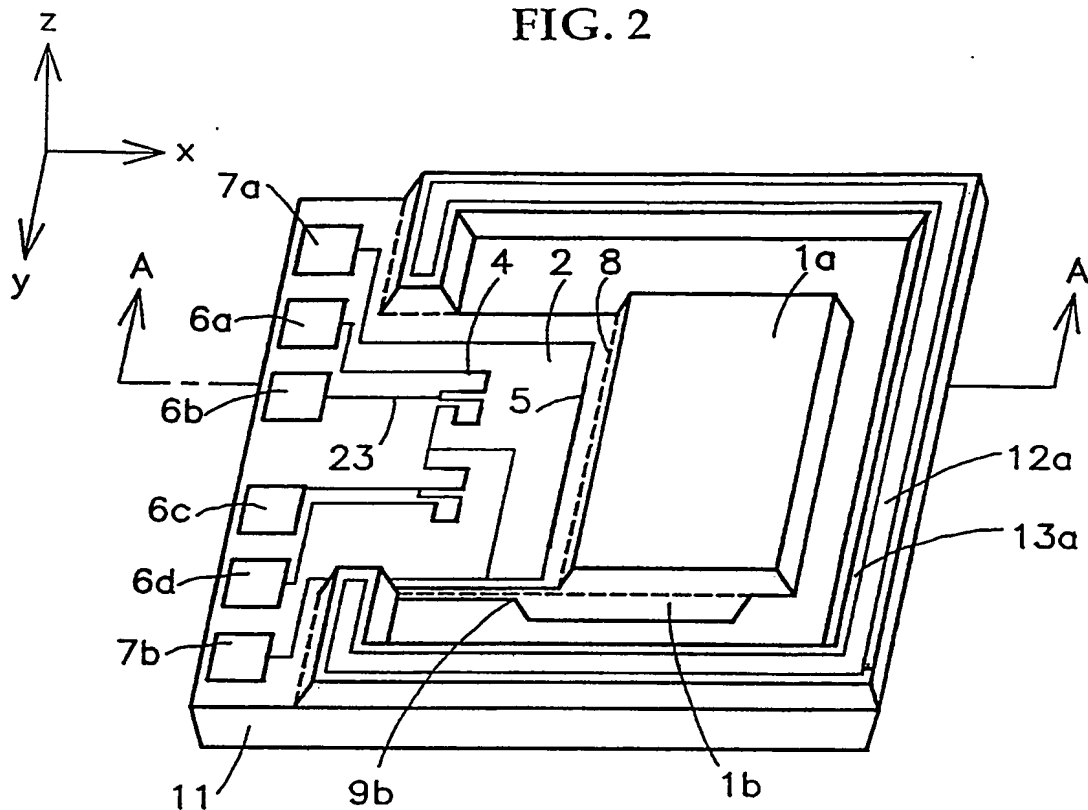


FIG. 3

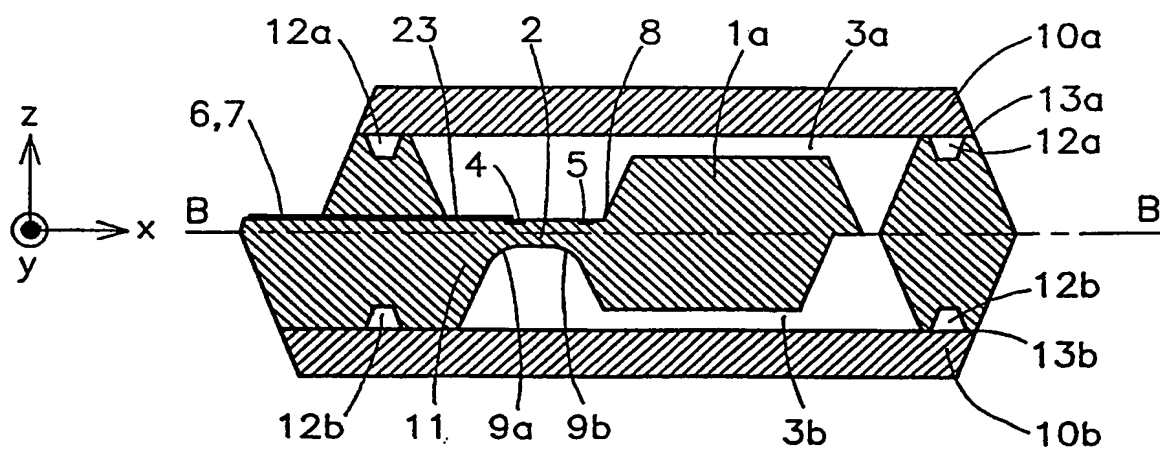
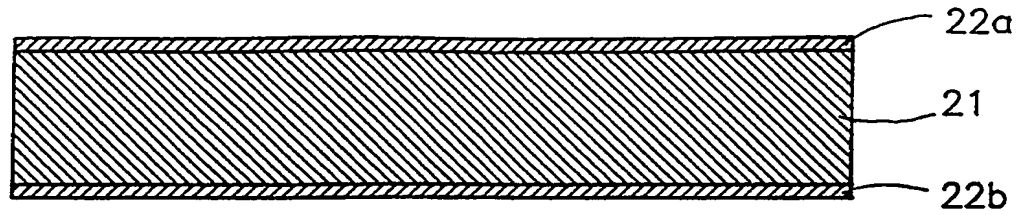
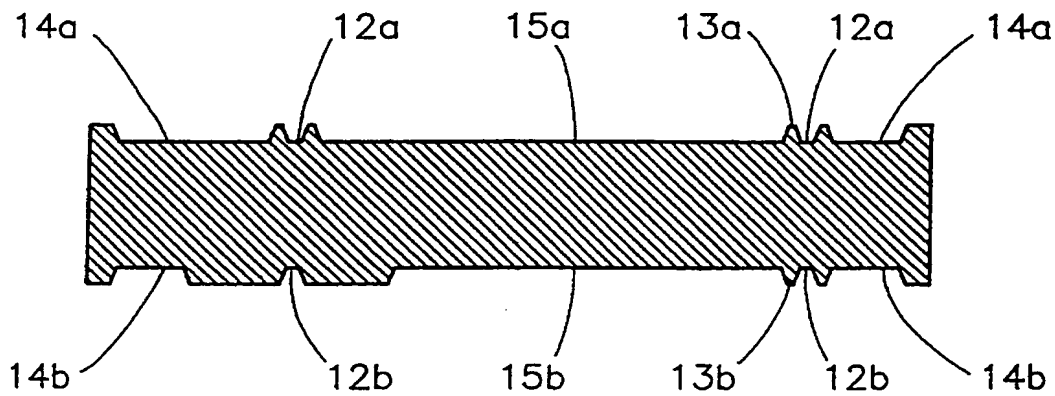


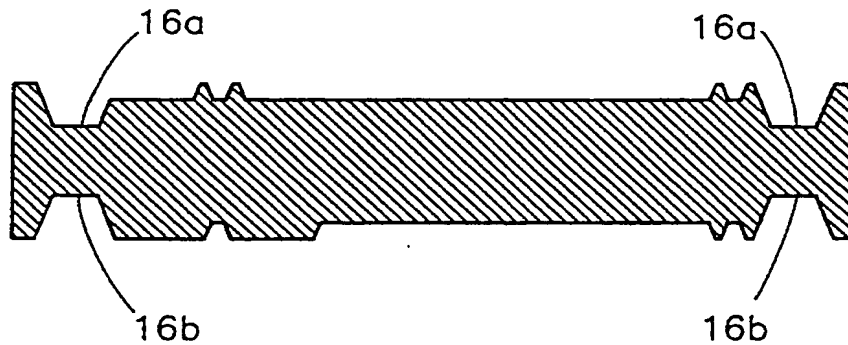
FIG. 4  
(A)



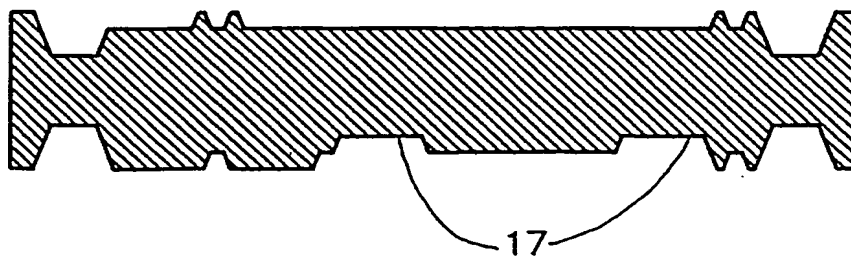
(B)



(C)

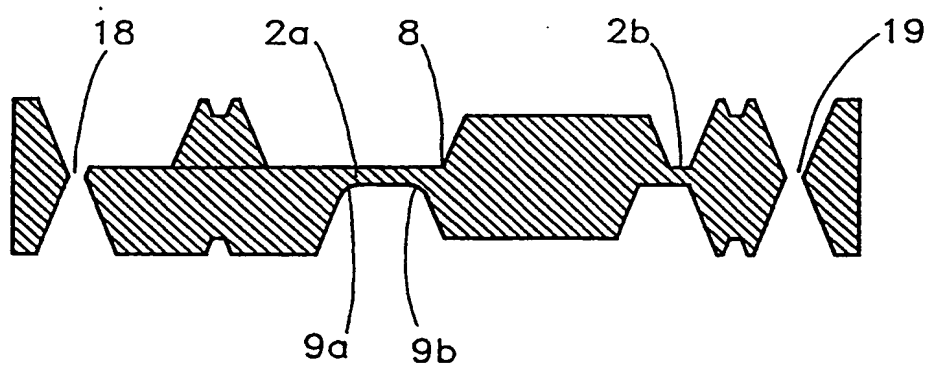


(D)

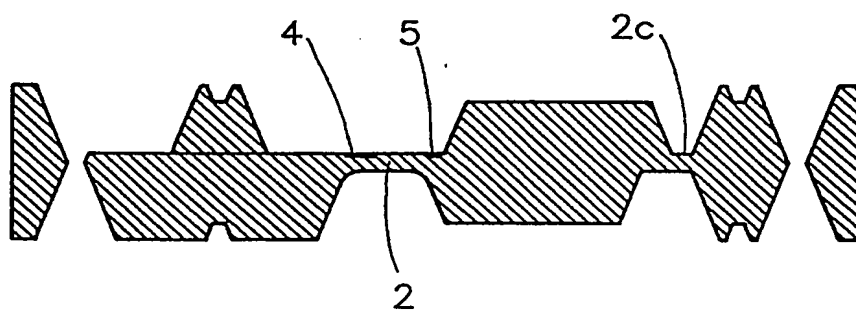




(E)



(F)



(G)

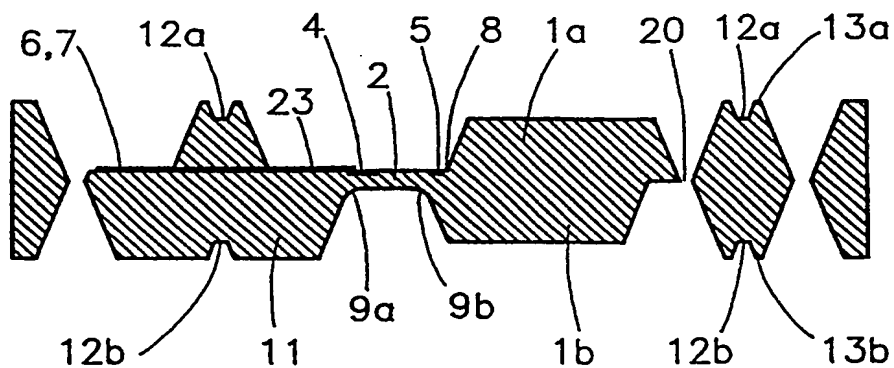
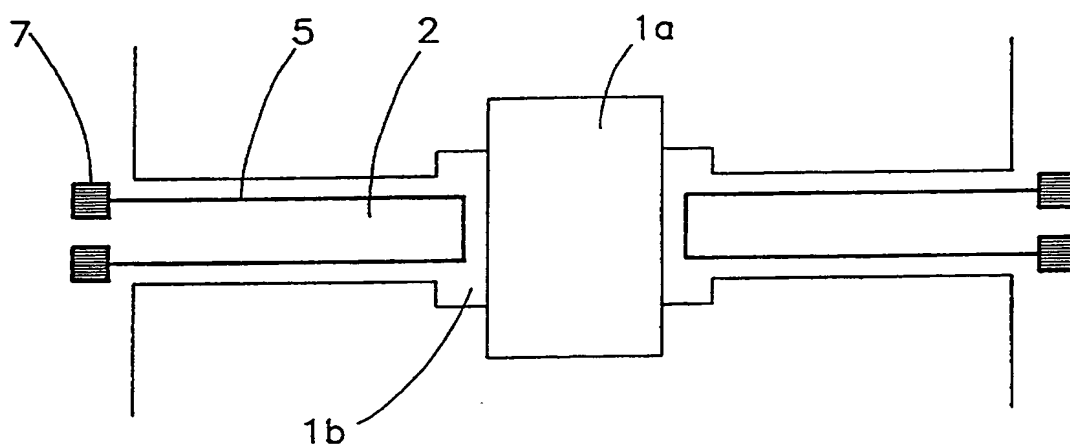


FIG. 5

(A)



(B)

